

Studi Eksperimental Batang Tarik Pada Sambungan Pelat Baja Terhadap Tegangan – Regangan

Joko Suryono ¹)*, Ashadi Putrawirawan ²), Sujiati Jepriani ³),
M. Hidayat ⁴), Reno Rivaldy Allo ⁵)

jokosuryono@polnes.ac.id ¹)* sujiati_jepriani@polnes.ac.id ²); ashadiputrawirawan@yahoo.com ³);
renoallo@gmail.com ⁴);

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Panjang, Kota Samarinda 75131,
Kalimantan Timur

Koresponden naskah : jokosuryono@polnes.ac.id

Submitted Oct 2, 2021 | Revised Oct 12, 2021 | Accepted Oct 28, 2021 (Editor)

ABSTRACT

Tensile rods connections on steel plate joints have various types of failures. The type of failure on the steel plate connection is determined based on several parameters, including the profile and quality of the tensile rod, the thickness and quality of the connecting plate. The purpose of this study was to find out the maximum load (Pmax) stress value - strain from the results of steel plate pull testing on 3 variations of tests in the Laboratory based on the type of bolt shear failure with a steel plate size of 500x43x5 mm and a connecting bolt diameter of 6 mm. The results of the pull test, the results of the experiment of 3 steel plate samples in the laboratory with an average load of 114,395 MPa with a test of 140 seconds. The average melting Stress (Fy) is 346,849 MPa at 0.02% strain and the break Stress (Fu) averages 534,582 MPa at a strain of 0.09%.

Keywords: Steel Plate Tensile Rods, Stress - Strain

ABSTRAK

Sambungan batang tarik pada sambungan pelat baja memiliki bermacam-macam tipe kegagalan. Tipe kegagalan pada sambungan pelat baja ditentukan berdasarkan beberapa parameter, diantaranya profil dan mutu batang tarik, tebal dan mutu pelat penyambung. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui beban maksimum (Pmax) nilai tegangan – regangan dari hasil pengujian tarik pelat baja pada 3 variasi sampel uji di Laboratorium berdasarkan tipe kegagalan geser baut dengan ukuran pelat baja 500x43x5 mm dan baut penyambung diameter 6 mm. Hasil pengujian tarik, hasil uji eksperimen 3 sampel pelat baja di laboratorium dengan rata-rata beban sebesar 114,395 MPa dengan waktu uji 140 detik. Tegangan leleh (Fy) rata-rata sebesar 346,849 MPa pada regangan 0,02% dan tegangan putus (Fu) rata-rata sebesar 534,582 MPa pada regangan 0,09%.

Kata kunci: Batang Tarik Pelat Baja, Tegangan - Regangan

1. PENDAHULUAN

Baja adalah salah satu bahan konstruksi yang sangat penting. Sifat-sifat terpentingnya dalam penggunaan bahan konstruksi adalah mempunyai kekuatan yang tinggi, dibandingkan dengan bahan lain yang tersedia dan sifat keuletannya (*ductility*). Keuletan (*ductility*) adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan tarik maupun kompresi sebelum terjadinya kegagalan. Salah satu kegagalan yang terjadi dalam struktur balok adalah tekuk torsi lateral. Tekuk torsi lateral merupakan kondisi batas yang dapat menentukan kuat lentur nominal yang perlu diperhitungkan pada perencanaan balok. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan mengetahui tegangan - regangan pada sambungan pelat baja dari hasil uji tarik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sifat-Sifat Mekanik Baja

Untuk memahami perilaku suatu struktur baja, dapat dilakukan dengan melakukan model pengujian untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik material baja. Model pengujian yang dilakukan adalah uji tarik terhadap suatu benda uji baja. Uji tekan tidak dapat memberikan data yang akurat terhadap sifat-sifat mekanik material baja, dikarenakan adanya potensi tekuk pada benda uji yang mengakibatkan ketidakstabilan dari benda uji tersebut. Selain itu perhitungan tegangan yang terjadi di dalam benda uji lebih mudah dilakukan untuk uji tarik daripada uji tekan.

Dalam perencanaan struktur baja, SNI 03-1729-2015 mengambil beberapa sifat mekanik dari material baja yang sama yaitu:

Modulus Elastisitas (E) = 200.000 MPa

Angka *poisson* (μ) = 0,30

Density Baja = 7850 kg/m³

Sedangkan berdasarkan tegangan leleh dan tegangan putusnya, SNI 03-1729-2002 mengklasifikasikan mutu dari material baja (lihat Tabel 1.).

Tabel 1. Sifat-sifat Mekanis Baja

Jenis Baja	Tegangan Putus	Tegangan Leleh	Regangan Minimum
	f_u (MPa)	f_y (MPa)	(%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber: SNI 03-1729-2002

B. Pelat Baja

Pelat baja merupakan lembaran baja dengan ketebalan yang relatif kecil dibandingkan ukuran panjang dan lebarnya. Lembaran baja setelah dirol mempunyai sifat-sifat mudah dilas dan dibentuk. Dalam konstruksi baja, pelat baja banyak digunakan untuk konstruksi jembatan.

C. Baut.

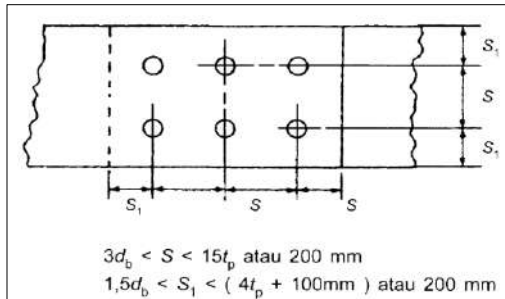
Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, dengan salah satu ujungnya berbentuk kepala baut (umumnya bentuk kepala segi enam) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci. Dalam pemakaian di lapangan, baut dapat digunakan untuk membuat tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara yang dapat dibongkar atau dilepas kembali (S. R. Hidayat, 2019).

Sambungan konstruksi baja adalah bagian kritis dan menentukan kekuatan struktur keseluruhan. Jika memakai baut, kekuatannya tergantung dari spesifikasi mutunya. Pada SNI 1729:2015, ada dua tipe baut mutu tinggi, yaitu tipe A325 dan A490. Untuk jembatan yang mengacu Pedoman Pemasangan Baut Jembatan PU 2015, maka pilihannya lebih bervariasi. Ada mutu Grade 8.8 yang setara A325 dan Grade 10.9 & F10T yang setara dengan A490. Setara dalam arti, kuat leleh dan kuat tariknya sama (Dewobroto, 2016).

D. Tata Letak Baut.

Tata letak baut diatur dalam SNI 1729:2015 bahwa jarak pusat lubang baut harus diambil tidak kurang dari 3 kali diameter nominal baut, dan jarak antara baut tepi dengan ujung pelat harus sekurang-kurangnya 1,5 diameter nominal baut. Jarak maksimum antar pusat lubang baut tak boleh melebihi 15tp (dengan tp adalah tebal pelat lapis tertipis

dalam sambungan) atau 200 mm, sedangkan jarak tepi maksimum tidak melebihi $(4t_p + 100 \text{ mm})$ atau 200mm.



Gambar 1. Tata Letak Baut

E. Kekuatan Sambungan

Kekuatan sambungan batang tarik menggunakan baut dilakukan berdasarkan SNI yang terdapat pada batasan masalah diatas. Persamaan-persamaan yang harus dipenuhi sesuai dengan metode LRFD adalah sebagai berikut:

F. Kekuatan Sambungan

Kekuatan sambungan batang tarik menggunakan baut dilakukan berdasarkan SNI yang terdapat pada batasan masalah diatas. Persamaan-persamaan yang harus dipenuhi sesuai dengan metode LRFD adalah sebagai berikut:

Kekuatan Tarik

Kekuatan desain, $\phi_t P_n$, dan kekuatan yang diizinkan, P_n / Ω_t , dari elemen yang dipengaruhi dan elemen yang disambung yang dibebani gaya tarik harus nilai yang terendah yang diperoleh sesuai dengan keadaan batas dari leleh tarik dan keruntuhan tarik. Batas leleh tarik ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$\phi_t P_n = \phi_t * F_y * A_g \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

P_n : kuat nominal pelelehan tarik material baja (N)

ϕ_t : faktor ketahanan leleh tarik = 0,90

F_y : tegangan leleh minimum material baja (MPa)

A_g : luas bruto penampang batang tarik (mm^2)

Untuk keruntuhan tarik, ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$\phi_t P_n = \phi_t * F_u * A_e \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

P_n : kuat nominal keruntuhan tarik material baja (N)

ϕ_t : faktor ketahanan keruntuhan tarik = 0,75

F_u : tegangan putus minimum material baja (MPa)

A_e : luas neto efektif penampang batang tarik (mm^2)

Luas neto efektif penampang batang tarik (A_e) dihitung seperti Persamaan (3).

$$A_e = U * A_n \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

U : Faktor *shear lag*

A_n : luas neto penampang batang tarik (mm^2)

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Objek Penelitian

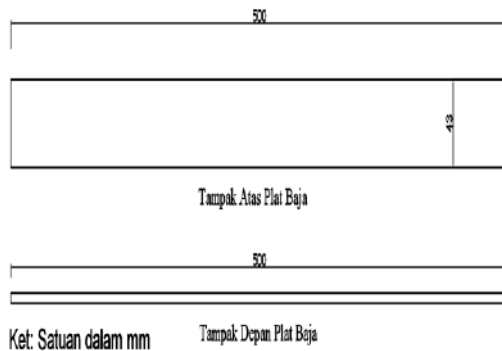
Objek penelitian dilakukan pada sambungan pelat baja yang terbagi menjadi 2 variasi sambungan dengan masing-masing variasi berjumlah 3 sampel. Untuk dimensi pelat baja dan data lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Objek Penelitian

Var. Samb .	Ukura n Plat (mm)	Ukura nPlat (mm)	Jml Plat	Baut (mm)	Jml
Samb .1	250.43.5	100.43.5	1	6	3
Samb .2	250.43.5	100.43.5	2	6	3
Total					6

B. Pengujian Pelat Baja

Pengujian pelat baja dilakukan untuk mendapatkan mutu dari pelat tersebut, dimana nilai mutu tersebut akan digunakan dalam perhitungan jumlah baut yang akan dipasang pada sambungan. Dimensi dari pelat baja yang digunakan, yaitu 500 mm x 43 mm x 5 mm sebanyak 3 sampel. Gambar pelat baja dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pelat baja

Pengujian pelat baja yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat mesin uji tarik yang terdiri dari:
Upper crosshead, bagian atas dari mesin uji tarik yang berfungsi sebagai penahan/pencekam benda uji.
Lower crosshead, bagian bawah mesin uji tarik yang berfungsi sebagai penahan/pencekam benda uji dan juga dapat bergerak naik dan turun.
Pengunci penckeam, yang berfungsi untuk mengunci pencekam agar benda uji tidak bergerak.
2. **1 set komputer** yang digunakan untuk memasukkan dimensi benda uji seperti panjang, tebal dan lebar, menggerakkan posisi *lower crosshead*, melihat pergerakan grafik dan menyimpan data hasil pengujian. Komputer ini juga dilengkapi dengan printer untuk mencetak hasil pengujian.
3. **Tuas**, yang berfungsi untuk mengatur arah pergerakan dari *lower crosshead*. **Speed control**, yang berfungsi untuk mengatur kecepatan pengangkatan dan penurunan *lower crosshead*.



Gambar 3. Alat Uji Tarik 1



Gambar 4. Alat Uji Tarik 2

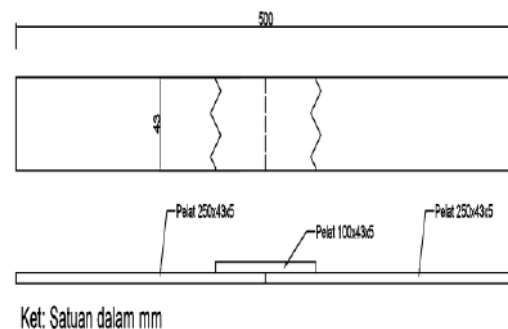
C. Perhitungan Jumlah Baut

Perhitungan jumlah baut dilakukan dengan metode LRFD berdasarkan kekuatan tarik benda uji dengan kondisi batas leleh dan kondisi keruntuhan tarik. Serta kekuatan untuk 1 baut berdasarkan kekuatan tarik, geser dan tumpu.

D. Pembuatan Sambungan Pelat Baja

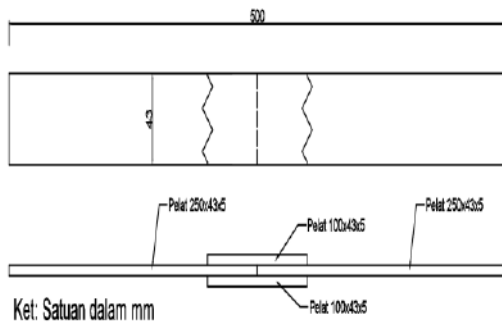
Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini, antara lain:

Pelat baja dengan dimensi 250 mm x 43 mm x 5 mm sebanyak 2 buah yang disambung pelat baja dengan dimensi 100 mm x 43 mm x 5 mm sebanyak 1 buah yang akan dibuat sebanyak 3 sampel dengan variasi sambungan sesuai Gambar 5.



Gambar 5. Variasi sambungan 1

Pelat baja dengan dimensi 250 mm x 43 mm x 5 mm sebanyak 2 buah yang disambung pelat baja dengan dimensi 100 mm x 43 mm x 5 mm sebanyak 2 buah yang akan dibuat sebanyak 3 sampel dengan variasi sambungan sesuai dengan Gambar 6.



Gambar 6. Variasi Sambungan 2

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Nilai Mutu Pelat Baja

Pada pengujian pelat baja, beban awal yang diberikan pada mesin uji tarik, yaitu sebesar 10 kN dengan *rate* 1 MPa/detik. Dimensi dari plat baja adalah 500 mm x 43 mm x 5 mm dengan sampel sebanyak 3 buah. Berikut dibawah ini pengujian dan hasil pengujian pelat baja yang telah dilakukan di laboratorium.

Pengujian Pada Sampel 1

Hasil pengujian dari sampel 1 pelat baja yang telah dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Pertambahan Panjang (ΔL) Pelat Sampel 1

	Panjang (L)	
	Sebelum Pengujian (mm)	Sesudah Pengujian (mm)
Normal	500	549
Jepit	320	369

Berdasarkan tabel diatas, maka didapat nilai pertambahan panjang (ΔL), yaitu:

$$\Delta L = \text{Panjang Sesudah Pengujian} - \text{Panjang Sebelum Pengujian}$$

$$= 549 \text{ mm} - 500 \text{ mm}$$

$$= 49 \text{ mm}$$

Jadi, didapatkan nilai pertambahan panjangnya (ΔL) = 49 mm. Untuk hasil data yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Pelat Sampel 1

Sampe l	Beban Maksimu m (P_{maks}) (kN)	Teganga n Leleh (F_y) (MPa)	Teganga n Putus (F_u) (MPa)
1	115,516	345,570	537,284

Pengujian Pada Sampel 2

Hasil pengujian dari sampel 2 pelat baja yang telah dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Pertambahan Panjang (ΔL) Pelat Sampel 2

	Panjang (L)	
	Sebelum Pengujian (mm)	Sesudah Pengujian (mm)
Normal	500	548
Jepit	320	368

Berdasarkan tabel diatas, maka didapat nilai pertambahan panjang (ΔL), yaitu:

$$\Delta L = \text{Panjang Sesudah Pengujian} - \text{Panjang Sebelum Pengujian}$$

$$= 548 \text{ mm} - 500 \text{ mm}$$

$$= 48 \text{ mm}$$

Jadi, didapatkan nilai pertambahan panjangnya (ΔL) = 48 mm. Sementara itu, untuk hasil data yang lain dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Pelat Sampel 2

Sampe l	Beban Maksimu m (P_{maks}) (kN)	Teganga n Leleh (F_y) (MPa)	Teganga n Putus (F_u) (MPa)
2	115,415	348,626	536,813

Pengujian Pada Sampel 3

Hasil pengujian dari sampel 3 pelat baja yang telah dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Pertambahan Panjang (ΔL) Pelat Sampel 3

	Panjang (L)	
	Sebelum Pengujian (mm)	Sesudah Pengujian (mm)
Normal	500	549
Jepit	320	369

Berdasarkan tabel diatas, maka didapat nilai pertambahan panjang (ΔL), yaitu:

$$\Delta L = \text{Panjang Sesudah Pengujian} - \text{Panjang Sebelum Pengujian}$$

$$= 548 \text{ mm} - 500 \text{ mm}$$

$$= 48 \text{ mm}$$

Jadi, didapatkan nilai pertambahan panjangnya (ΔL) = 49 mm. Sementara itu, untuk hasil data

yang lain dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Pelat Sampel 3

Sampe l	Beban Maksimu m (P_{maks}) (kN)	Teganga n Leleh (F_y) (MPa)	Teganga n Putus (F_u) (MPa)
3	113,875	346,351	529,649

Rekapitulasi hasil pengujian yang telah dilakukan sampel pelat baja dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

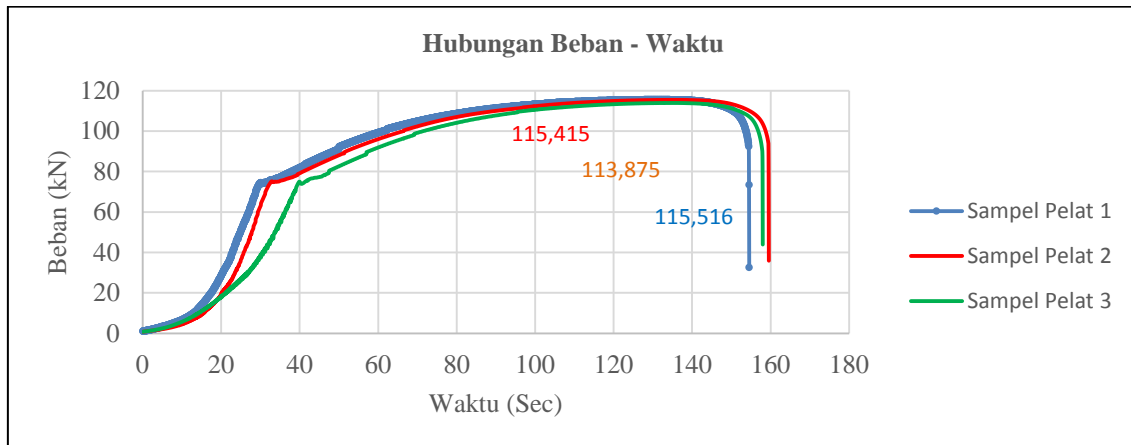
Tabel 9. Rekapitulasi Pertambahan Panjang (ΔL) Pelat Baja

	Sampel 1		Sampel 2		Sampel 3	
	Sebelum Pengujian (mm)	Sesudah Pengujian (mm)	Sebelum Pengujian (mm)	Sesudah Pengujian (mm)	Sebelum Pengujian (mm)	Sesudah Pengujian (mm)
Normal	500	549	500	548	500	549
Jepit	320	369	320	368	320	369
ΔL		49		48		49

Rekapitulasi hasil pengujian yang telah dilakukan sampel pelat baja dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

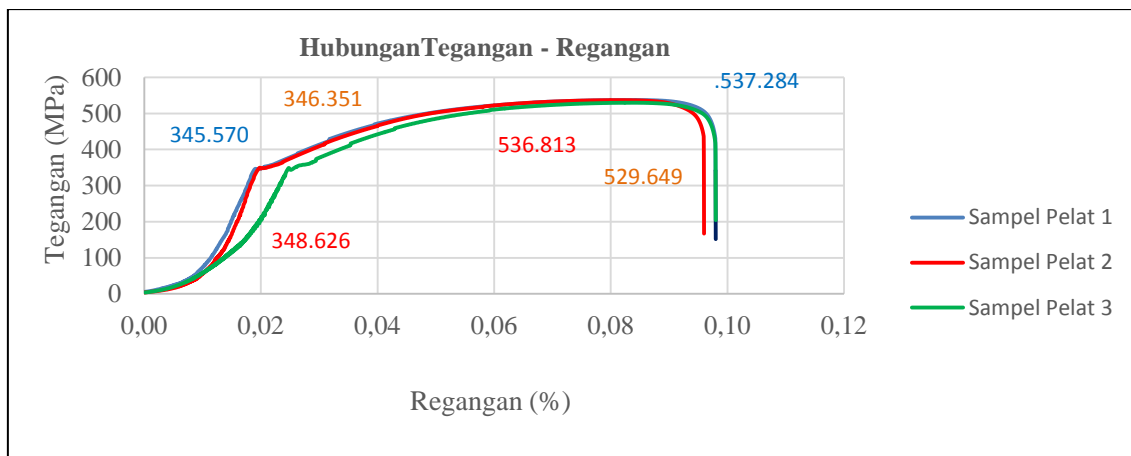
Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Pengujian Pelat Baja

Sampel	Beban Maksimum (P_{maks}) (kN)	Tegangan Leleh (F_y) (MPa)	Tegangan Putus (F_u) (Mpa)
1	115,516	345,570	537,284
2	115,415	348,626	536,813
3	113,875	346,351	529,649
Rata-Rata	114,395	346,849	534,582



Gambar 7. Hubungan Beban - Waktu

Gambar 7 diatas hubungan beban – waktu menunjukkan hasil uji sampel pelat 1 dan sampel pelat 2 terhadap nilai beban maksimum (P_{max}) terhadap waktu tidak jauh berbeda secara tidak signifikan sebesar 0,101 MPa, sedangkan hasil uji sampel 3 pelat baja ada perbedaan sebesar 1,641 MPa dengan hasil uji sampel pelat baja 1.



Gambar 8. Hubungan Tegangan - Regangan

Gambar 7 diatas hubungan tegangan – regangan menunjukkan hasil uji sampel pelat 2 nilai tegangan leleh (F_y) sebesar 348.626 MPa lebih besar dari hasil uji sampel pelat baja 1 dan sampel pelat baja 3 Akibat uji beban maksimum (P_{max}) sebesar 115,415 MPa . Sedangkan tegangan putus (F_u), hasil uji sampel pelat baja 1 sebesar 537,284 MPa lebih besar dari hasil uji sampel pelat baja 2 dan hasil uji sampel pelat baja 3 akibat beban maimum (P_{max}) uji beban sebesar 115,516 MPa.

KESIMPULAN

Hasil uji eksperimen di laboratorium adalah sebagai berikut :

- Batang Tarik sambungan pelat baja dengan ukuran 500x43x5 mm dan baut penyambung diameter 6 mm, hasil uji sampel 1, sampel 2 dan sampel 3 pelat baja dengan beban antara 113,875 MPa sampai 115,516 MPa rata-rata beban 114,395 MPa dengan waktu uji 140 detik.
- Tegangan – regangan diperoleh hasil uji batang tarik sampel uji 1, sampel 2 dan sampel 3 pelat baja tegangan leleh (F_y) sebesar 345,570 MPa sampai 348,626 MPa batas regangan 0,02%. Sedang tegangan putus (F_u) sebesar 529,649 MPa sampai 537,284 MPa dengan regangan 0,09%.

Hasil uji eksperimen 3 sampel pelat baja dengan ukuran 500x43x5 mm dan baut penyambung diameter 6 mm, di laboratorium dengan hasil rata-rata beban 114,395 MPa Dengan waktu uji 140 detik. Tegangan leleh (F_y) rata-rata sebesar 346,849 MPa pada regangan 0,02% dan tegangan putus (F_u) rata-rata sebesar 534,582 MPa pada regangan 0,09%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. 2015. *Spesifikasi untuk bangunan Gedung baja struktural*. SNI 1729:2015. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
2. Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan*. SNI 03-1729-2002. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
3. Baehaki, Aminullah, A., & Siswosukarto, S. (2015). Perilaku Keruntuhan Sambungan Tipe Pelat Tunggal. *FONDASI*, 4(2), 8-18.
4. Hardianti, D., Herbudiman, B., & Diredja, N. V. (2018). Studi Eksperimental Batang Tarik Sambungan Baut pada Plat Baja. *Reka Racana*, 4(4), 118-129.
5. Junaedi. (2016). *Analisis kekuatan Tarik, kekerasan dan struktur mikro pelat baja st 42 pada pengelasan las listrik*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
6. Offari, R. H. (2020). *Studi Eksperimental Kuat Lentur Baja Ringan Profil C Sebagai Komponen Rangka Atap*. Politeknik Negeri Samarinda, Jurusan Teknik Sipil. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.
7. Riadi, M. (2019, Desember 20). <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/pengertian-unsur-jenis-danpembentukan-baja.html>. Retrieved from kajianpustaka.com. Baut Bilah Ganda Pada Plat
8. Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD (Sesuai SNI 03-1729-2002)*. (L. Simarmata, Ed.) Ciracas, Jakarta: Erlangga.
9. Silviana, M. (2017, Juli-Desember). Studi Kekuatan Sambungan Batang Tarik Pelat Baja. *Inotera*, 2(2), 26-31.
10. Sulandri, N., Milyardi, R., & Pranata, Y. A. (2017, April). Sudi Eksperimental Dan Analitis Kapasitas Sambungan Baja Batang Tarik Dengan Tipe Kegagalan Geser Baut. *Teknik Sipil*, 13(1), 82-93.